

PAT-NO: JP02002017757A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2002017757 A  
TITLE: STERILIZING/DRYING DEVICE USING LASER FOR  
STERILIZING  
AND DRYING ROOT CANAL  
PUBN-DATE: January 22, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KATAOKA, KENZO	N/A
OISHI, JUNKO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MORITA MFG CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000204567

APPL-DATE: July 6, 2000

INT-CL (IPC): A61C019/06, A61C019/00 , A61L002/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sterilizing device using a laser capable of safely and certainly sterilizing a root canal after forming the root canal.

SOLUTION: This sterilizing device 10 has a probe 1 having core diameter of 50  $\mu\text{m}$  to 300  $\mu\text{m}$  and a conical tip with a vertical angle of 70 $^\circ$ ; to 90 $^\circ$ ; . Laser beam having wavelength of 1.5  $\mu\text{m}$  to 4  $\mu\text{m}$  and an energy density of 1 mJ to 50 mJ/pulse per 1 mm<sup>2</sup> of an irradiated surface is radiated from the tip of the probe 1 to sterilize the root canal.

COPYRIGHT: (C) 2002, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-17757

(P2002-17757A)

(43) 公開日 平成14年1月22日 (2002.1.22)

(51) IntCl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト <sup>*</sup> (参考)
A 6 1 C 19/06		A 6 1 C 19/06	Z 4 C 0 5 2
19/00		A 6 1 L 2/08	4 C 0 5 8
A 6 1 L 2/08		A 6 1 C 19/00	J

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-204567 (P2000-204567)

(22) 出願日 平成12年7月6日 (2000.7.6)

(71) 出願人 000138185

株式会社モリタ製作所

京都府京都市伏見区東浜南町680番地

(72) 発明者 片岡 研徳

京都府京都市伏見区東浜南町680番地 株

式会社モリタ製作所内

(72) 発明者 大石 純子

京都府京都市伏見区東浜南町680番地 株

式会社モリタ製作所内

(74) 代理人 100087664

弁理士 中井 宏行

最終頁に続く

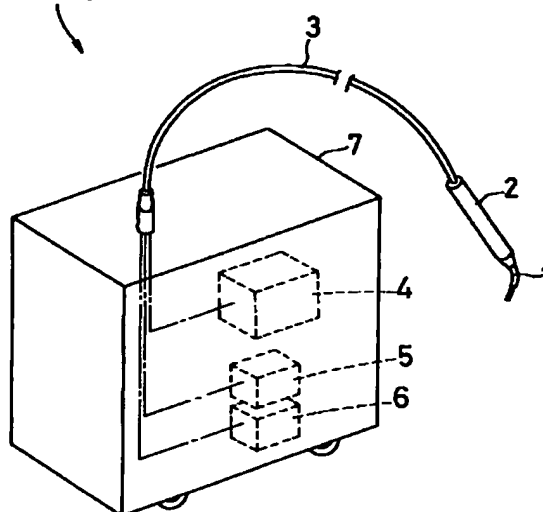
(54) 【発明の名称】 レーザを用いた根管の滅菌、乾燥、滅菌乾燥装置

(57) 【要約】

【課題】 根管形成後の根管の滅菌がより安全確実にできるレーザを用いた滅菌装置を提供する。

【解決手段】 滅菌装置10は、コア径50 $\mu$ m~300 $\mu$ mであって、先端が頂角70度~90度の円錐形状となっているプローブ1を備え、このプローブ1先端から波長1.5 $\mu$ m~4 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ~50mJ/パルスのレーザ光を照射して、根管の滅菌を行う。

10(10A, 10B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】根管形成後の根管の滅菌装置であって、コア径50 $\mu$ m～300 $\mu$ mであって、先端が頂角70度～90度あるいは95度～110度の円錐形状となっているプローブを備え、このプローブ先端から波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ～50mJ/パルスのレーザ光を照射して、根管の滅菌を行うことを特徴とするレーザを用いた根管の滅菌装置。

【請求項2】根管形成後の根管の乾燥装置であって、コア径50 $\mu$ m～300 $\mu$ mであって、先端が頂角70度～90度あるいは95度～110度の円錐形状となっているプローブを備え、このプローブ先端から波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ～50mJ/パルスのレーザ光を照射して、根管の乾燥を行うことを特徴とするレーザを用いた根管の乾燥装置。

【請求項3】根管形成後の根管の滅菌乾燥装置であって、コア径50 $\mu$ m～300 $\mu$ mであって、先端が頂角70度～90度あるいは95度～110度の円錐形状となっているプローブを備え、このプローブ先端から波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ～50mJ/パルスのレーザ光を照射して、根管の滅菌、または/かつ、乾燥を行うことを特徴とするレーザを用いた根管の滅菌乾燥装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザを用いた歯の根管の滅菌、乾燥、滅菌乾燥装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】歯科における歯の根管治療では、根管形成後、根管充填の前に、形成された根管を滅菌、乾燥することが必要不可欠である。

【0003】従来、このような根管の滅菌には、過酸化水素水(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)や、次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)などの薬剤を数回根管に注入し、その後生理食塩水や、滅菌精製水で洗浄する方法が行われていたが、洗浄がどの程度確実に行われたかを確認する方法がなく、必要以上に洗浄を繰り返したり、また、薬剤が残留した場合には、二次的な疾患を誘発する可能性もあった。

【0004】一方、根管の乾燥には、ペーパーポイント、ブローチ棉花、エンドバキュームなどが用いられていた。

【0005】ペーパーポイントとは紙製こよりであり、ブローチ棉花とは棉花製こよりであり、いずれも、細い根管内に挿入して吸水するものであるが、吸水率の点で改善が望まれていた。この理由としては、ペーパーポイントなどは水に接触することによって吸水するため、根管の形状によっては、隈なくペーパーポイントなどを根管壁に

接触させることができない、ということが考えられた。

【0006】エンドバキュームとは、小形の吸引装置であり、吸水率の点では、良好な結果を示すものの、狭い根管内で、真空の吸引力を以て吸水するため、根管の先端にある根尖孔からの出血を引き起こしたり、根管壁面にある象牙細管や側枝内の残留細菌も吸い出して根管内を汚染させたりする等の可能性があった。

【0007】また、上記の方法では、滅菌と乾燥の方法が全く異なるので、それぞれ別個に行われており、余分な時間と手間を要していた。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、以上のような問題を解決するためになされたものであって、根管形成後の根管の滅菌がより安全確実にできるレーザを用いた滅菌装置、根管の乾燥がより安全確実にできるレーザを用いた乾燥装置、根管の滅菌と乾燥の双方がより安全確実にできるレーザを用いた滅菌乾燥装置を提供することを目的としている。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、所定の波長のレーザ光が、水あるいは水酸基へのエネルギー吸収率が非常に良いという点を活用し、実験を繰り返して、レーザ光を出射する先端部分であるプローブの形状、レーザ光のエネルギー密度などを適正化することによって、レーザを根管の滅菌、乾燥に用いることができることを見出し、根管の滅菌、乾燥装置として提案するものである。

【0010】このレーザ光を適切なエネルギー密度で根管内で照射すれば、照射された部分の組織は損傷せず、その部分に残存している水にレーザ光のエネルギーのほとんどが吸収され、この水を蒸散させる。また、照射された部分に、細菌が存在する場合、その細菌に含まれる水分にレーザ光のエネルギーが吸収され、瞬間的な水温上昇により、その細菌を死滅させる。また、このような細菌の含む水、水酸基への吸収による滅菌の可能性に加え、根管壁表面へのレーザ光の吸収による発熱での温度的滅菌も十分考えられる。こうして、レーザ光による滅菌、乾燥が可能となっているのである。

【0011】特に、請求項1に記載のレーザを用いた根管の滅菌装置は、根管形成後の根管の滅菌装置であって、コア径50 $\mu$ m～300 $\mu$ mであって、先端が頂角70度～90度あるいは95度～110度の円錐形状となっているプローブを備え、このプローブ先端から波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ～50mJ/パルスのレーザ光を照射して、根管の滅菌を行うことを特徴とする。

【0012】この滅菌装置は、根管の滅菌に必要なプローブの形状、レーザ光の波長、エネルギー密度を、実験結果などにより、具体的に規定したもので、かかる構成により、根管壁を損傷することなく、安全かつ確実に根

10

20

30

40

50

管の滅菌をすることができる。また、薬剤の残留の問題もない。

【0013】特に、プローブのコア径を通常の根管の先端部分にまで入り込むことができる径としているので、根管先端までの滅菌が可能である。

【0014】また、プローブ先端を頂角70度～90度の円錐形状としているので、レーザー光がプローブ軸方向に直角な方向から更に後方にまでも照射され、根管壁面に通常直角方向に形成されている象牙細管や側枝の一定深度の内部にまでレーザー光が及び、この部分までの滅菌も可能で、更に、象牙細管などが根管壁面に対してプローブの挿入方向に逆向きに斜めに形成されている場合でも、その一定深度の内部までの滅菌が可能である。また、この円錐形状の頂角を95度～110度とすると、頂角70度～90度ではカバーできなかった方向にも照射可能である。

【0015】請求項2に記載のレーザーを用いた根管の滅菌装置は、根管形成後の根管の乾燥装置であって、コア径50 $\mu$ m～300 $\mu$ mであって、先端が頂角70度～90度あるいは95度～110度の円錐形状となっているプローブを備え、このプローブ先端から波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ～50mJ/パルスのレーザー光を照射して、根管の乾燥を行うことを特徴とする。

【0016】この乾燥装置は、請求項1と同じ構成のものを、滅菌用ではなく、根管の乾燥用として規定したものである。

【0017】この場合、同様の効果を根管の殺菌にも発揮し、加えて、レーザー光は、根管内の全ての部分に限なく行き渡るため、ペーパポイントなどによる吸水に比べて、取り残しということが少ない。また、エンドバキュームのように、根尖孔からの出血を招くような可能性も少ない。

【0018】請求項3に記載のレーザーを用いた根管の滅菌乾燥装置は、根管形成後の根管の滅菌乾燥装置であって、コア径50 $\mu$ m～300 $\mu$ mであって、先端が頂角70度～90度あるいは95度～110度の円錐形状となっているプローブを備え、このプローブ先端から波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ～50mJ/パルスのレーザー光を照射して、根管の滅菌、または/かつ、乾燥を行うことを特徴とする。

【0019】この滅菌乾燥装置は、本発明の装置が、同じ構成で有りながら、根管の滅菌、乾燥の双方が可能であることを明確にしたものである。したがって、滅菌、乾燥と別個の装置を用意する必要が無く、コストダウンを図ることができる。

【0020】また、上述のレーザー光の機能から、根管の滅菌と乾燥とを同時に行うことも可能で、その場合には、滅菌と乾燥を別個に行う二度手間を省くことができ

る。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明のレーザーを用いた根管の滅菌、乾燥、滅菌乾燥装置について詳しく説明する。

【0022】図1は、本発明のレーザーを用いた根管の滅菌装置の一例を示す外観図である。

【0023】この根管の滅菌装置10は、レーザー光を射出する先端部分であるプローブ1、プローブ1を着脱交換可能に保持するハンドピース2、ケーブル3、ケーブル3によって、ハンドピース2に流体を供給する液体供給源4、レーザー光を供給するレーザー光発生源5、気体を供給する気体供給源6、これら液体供給源4などを収容する装置本体7を備えている。

【0024】プローブ1、ハンドピース2、ケーブル3については、図2で詳述する。

【0025】液体供給源4には、精製水又は生理食塩水が収容されるが、フィルタを設けた配管を介して、水道管に接続できるようになっていてもよい。

【0026】レーザー光発生源5としては、波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ mのレーザー光を発生するものを用いるが、特に、水の光吸収波長帯のピークに一致した2.94 $\mu$ mの発振波長のレーザー光を発生させるEr:YAG(エルビウム-イットリウム-アルミニウム-ガーネット)レーザー光発生源は、水へのエネルギー吸収率が最もよく、本発明のレーザー光発生源として適している。

【0027】気体供給源6は、圧縮空気又は圧縮した不活性ガスを発生させることができるようになっており、例えば、空気を発生させる場合には、プロアやコンプレッサなどが用いられ、また、不活性ガスを発生させる場合には、不活性ガスを圧縮して詰め込んだガスボンベなどが用いられる。

【0028】なお、この根管の滅菌装置10は、後述するように、そのままの構成で、根管の乾燥装置10A、また、根管の滅菌乾燥装置10Bとしても用いることができるものである。

【0029】図2は、図1の滅菌装置の要部拡大縦断面図である。これより、同じ部分については、同じ符号を付して、重複説明を省略する。

【0030】プローブ1は、レーザー光の導光路となる導光路1aと、導光路1aを保護する金属製の保護管1b、この保護管1bを更に覆っている被覆管1c、この被覆管1cを保持する保持体1d、この保持体1dに設けられた二か所の流通孔1e、1fを備え、ハンドピース2の先端部分に着脱交換可能に装着することができる。

【0031】ハンドピース2は、後部カバー2a、本体部2b、この本体部2bの前面にネジ着脱されるキャップ2c、凸レンズ2dなどを備えている。

【0032】ケーブル3には、液体供給源4からの液体

輸送管3a、レーザ光発生源5からの導光路3b、気体供給源6からの気体輸送管3cが内蔵されている。

【0033】液体輸送管3aは、ハンドピース2の後部カバー2aを貫通して、本体部2bの管路に連結され、この管路の先端が、装着されたプローブ1の保持体1dに設けられた流通孔1fに達しており、この流通孔1fは被覆管1cの層間隙間の最も内側の隙間に達している。

【0034】したがって、液体供給源4から、水又は生理食塩水が、液体輸送管3aを通じて、ハンドピース2へ供給され、被覆管1cの層間隙間を通過して、プローブ1の先端から、図に点線矢印で示すように、噴出されるようになっている。

【0035】導光路3bは、光ファイバーで構成され、ハンドピース2の後部カバー2aを貫通して、本体部2bの中央部分に挿入され、ここで凸レンズ2dを介して、導光して来たレーザ光を、プローブ1の導光路1aに伝達し、そのレーザ光が導光路1aの先端から射出されるようになっている。

【0036】気体輸送管3cは、ハンドピース2の後部カバー2aを貫通して、本体部2bの管路に連結され、この管路の先端が、装着されたプローブ1の保持体1dに設けられた流通孔1eに達しており、この流通孔1eは被覆管1cの層間隙間の外側の隙間に達している。

【0037】したがって、空気供給源6から、空気又は不活性ガスが、気体輸送管3cを通じて、ハンドピース2へ供給され、被覆管1cの層間隙間を通過して、プローブ1の先端から、図に白抜き矢印で示すように、噴出されるようになっている。

【0038】こうして、この根管の滅菌装置では、プローブ1から、レーザ光を照射するとともに、空気又は不活性ガスと、水又は生理食塩水とを混合して、スプレー状に噴霧することができるようになっている。

【0039】図3(a)は、図1の滅菌装置のプローブの一例の先端拡大図、(b)は、図1の滅菌装置のプローブの他例の先端拡大図、図4(a)は、根管を示す模式図、(a1)～(a3)は根管の断面の例示模式図、(b)は、図4(a)の部分拡大図である。これらの図を用いて、本発明の装置を用いた、根管の滅菌について説明する。

【0040】図3(a)に示すように、本発明の装置では、プローブ1の導光路1aの径Dが50 $\mu$ m～300 $\mu$ mで、先端が頂角 $\theta$ 1が70度～90度の円錐形状となっており、このプローブ1先端から波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ～50mJ/パルスのレーザ光を照射するようにしている。

【0041】このように、導光路1aの先端を円錐形状とし、その頂角 $\theta$ 1を70度～90度とすると、図3(a)に示すような軸方向に対して回転対称な照射域S

1A、S1Bでレーザ光が照射され、前方だけでなく、導光路1aの軸方向にはほぼ直角な方向にも照射されているのが解る。

【0042】ここで、導光路1aは、周知のように、コアをクラッドで覆い、さらにジャケットで覆った構造となっているが、コア径に対して、クラッド、ジャケットの層厚はかなり小さいものなので、ここでいう導光路1aの径Dは、ほとんど、コア径に等しいものである。

【0043】図3(b)に示す導光路1aは、図3(a)に比べ、円錐形状の頂角 $\theta$ 2が、95度～110度となっている点が異なり、このようにすると、レーザ光の照射域S2は前方だけのものとなる。

【0044】このような導光路1aを用いてレーザ光を照射する対象となる根管は、図4(a)に示すような構造をしている。この図は、歯牙の根Cの一つの拡大縦断面である。

【0045】根C自体は象牙質であるが、その内部に根管CAが形成され、この断面形状は、図(a1)(a2)、(a3)に示すように、単純な円形だけでなく、複雑な形状をしており、また、傾向としては、先へ行くほど細く、つまり、断面積が小さくなるものであるが、そうでない場合もある。また、最先端部分の内径が100 $\mu$ m程度となっている。

【0046】根管CAの壁面には、内径が2～3 $\mu$ m程度の象牙細管CBと、内径100 $\mu$ m～500 $\mu$ m程度の側枝CCがあり、これらは根管Cの壁面に対して通常直角方向に伸びているが、図の上下方向などに斜めになっている場合もある。根管Cの先端には根尖孔CDがある。なお、ここでは、煩雑を避けるため、象牙細管CB、側枝CCなどの一部だけを表示している。

【0047】図3、4から、以下のことが解る。

【0048】まず、根管の断面が単純な円形でなく、プローブ1の先端の導光路1aに沿わない複雑な形状をしている場合でも、レーザ光は根管壁まで及び、根管を隈なく滅菌することができる。

【0049】プローブ1の導光路1aの径Dを50 $\mu$ m～300 $\mu$ mとしたのは、根管の先端付近の内径に対応させたもので、このようにすることで、導光路1aを根管の先端付近まで挿入することができ、上記効果と併せて、根管先端まで、レーザ光を照射して、根管内を隈なく滅菌することができる。

【0050】円錐先端の頂角 $\theta$ 1を70度～90度とすると、図3(a)のように側方へも照射されるので、図4(b)に示すように、象牙細管CBなどの内部へも一定深度でレーザ光が到達する可能性が大きく、この象牙細管CBに入りこめる細菌B、例えば、口腔内常在菌であるサンギス菌などを殺菌、あるいは、滅菌することができる。

【0051】レーザ光の波長1.5 $\mu$ m～4 $\mu$ mとしたのは、上述したように、その水、あるいは、水酸基への

吸収率を利用するためであり、この点では、波長2.94 $\mu$ mのEr:YAGレーザを用いるのが良い。

【0052】被照射面1平方mm当たりエネルギー密度1mJ $\sim$ 50mJ/パルスのレーザ光としたのは、殺菌など以上の影響を与えないようにするためである。このエネルギーレベルであれば、根管壁や、付近の柔組織に損傷を与えることもない。

【0053】さらに、レーザ光をパルス的に照射しているので、照射と冷却が交互に行われ、殺菌などの目的に必要な十分な程度の照射を行うことができ、レーザ光照射部位の温度を過大に上昇させることが少ない。

【0054】また、図3(a)の導光路1aに加えて、図3(b)の導光路1aも用意したのは、これらの図の比較から解るように、この導光路1aの性質上、図3(a)あるいは(b)のどちらか一方だけでは、導光路1aの前方側の全方位を照射域をカバーできないからである。

【0055】つまり、図3(a)の導光路1aでは、前方と側方は照射できるが、斜め前方は照射できない。一方、図3(b)の導光路1aは、この図3(a)の導光路1aで照射できない斜め前方を照射することができる。

【0056】これらの2種類の導光路1aは使用目的に応じて、適宜使い分けるとよい。

【0057】なお、上述したプローブの先端形状とレーザ光の種類、照射条件は、そのまま、根管の乾燥にも適合し、同様の効果を発揮することができる。つまり、同じ装置を根管の乾燥装置としても使うことができ、さらに、根管の滅菌と乾燥を行う滅菌乾燥装置としても使うことができる。

【0058】これより、従来の滅菌、乾燥の方法と、本発明のレーザを用いた滅菌、乾燥の方法を比較検証した実験について説明する。

【0059】図5は、実験用の模擬根管の縦断面図、図6は、本発明のために用いた根管乾燥実験装置の構成概念図である。

【0060】図5に示す模擬根管Mは、牛歯から製作されたもので、人歯と同様の象牙質でできており、同様の象牙細管を備えている。形状としては、外径1.2mm、長さ10mmの円柱形状で、内径0.5mmで深さ5mmの根管MAを備えている。

【0061】この模擬根管Mを実験に用いる場合、滅菌実験には、従来方法との比較において統一した寸法のサンプルを使用する必要がある。まず、滅菌実験について説明する。

【0062】この滅菌実験は、以下のプロセスで、レーザ照射で滅菌した場合と、過酸化水素水と次亜塩素酸ナトリウムで滅菌した場合とで、滅菌効果の比較を行った。

【0063】1) 清浄状態の模擬根管Mを準備する。

【0064】2) 根管MAにサングス菌を注入し、1週間培養。

【0065】3) 根管MA内部の菌液をペーパーポイントで吸い取り、培養液アンプルに投入。

【0066】4) 滅菌処理

A1) レーザ照射 導光路の径200 $\mu$ m、先端頂角84度(図3(a)と同じ)、波長2.94 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度8mJ/パルス、パルス10pps、プローブ軸方向移動速度: 毎分25mmで2回照射。

【0067】A2) レーザ照射 A1の条件と被照射面1平方mm当たりエネルギー密度が4mJ/パルスである点のみ相違。

【0068】B) 従来法 過酸化水素水0.1mlを注入後、次亜塩素酸ナトリウム0.1ml注入。これを3回繰り返す、5%チオ硫酸ナトリウム水溶液で中和し、で滅菌精製水で洗浄。

【0069】5) 滅菌水を含ませたペーパーポイントで根管MA内部を拭き取り、培養液アンプルに投入。

【0070】6)  $\phi$ 0.52、 $\phi$ 0.54、 $\phi$ 0.56、 $\phi$ 0.58、 $\phi$ 0.60、 $\phi$ 0.62、 $\phi$ 0.64、 $\phi$ 0.66、 $\phi$ 0.68、 $\phi$ 0.70、 $\phi$ 0.72、 $\phi$ 0.74、 $\phi$ 0.76、 $\phi$ 0.78、 $\phi$ 0.80の滅菌ドリルで根管MA内径を順次拡大させていき、ドリルに付着した切削粉を確認した後、ドリルを培養液アンプルに投入。

【0071】7) 培養液アンプルを37度恒温槽で41 $\sim$ 47時間保管。

【0072】8) それぞれの培養液アンプルにおける培養コロニーの存在を確認。

【0073】この実験の結果、B) 従来法では、4つのサンプルのうち、2つにおいて、 $\phi$ 0.52のドリル入りのアンプルで培養コロニーを確認し、4サンプルの平均値では、細管深さ5 $\mu$ mまでの滅菌を確認した。

【0074】一方、A2) レーザ照射では、B) 従来法と比較して、約20 $\mu$ mの深さまで滅菌効果が認められ、A1) レーザ照射では、3つのサンプルの内、1つにおいて、 $\phi$ 0.54のドリル入りのアンプルで初めて培養コロニーが確認され、更に、残り2つについては、 $\phi$ 0.60のドリル入りのアンプルで初めて培養コロニーが確認される、つまり、平均値で32 $\mu$ mの深さまで殺菌効果が認められるという結果であった。

【0075】つまり、A1) レーザ照射の場合、元の根管内径 $\phi$ 0.5に対して、 $\phi$ 0.60近辺まで、象牙細管内部のレーザ光による滅菌がなされているが、B) 従来法では、ほとんど、滅菌の効果は及んでいないことが解った。次に、図6に示す根管乾燥実験装置を用いた、根管乾燥実験について説明する。

【0076】根管乾燥実験装置20は、滅菌の場合と同様の鋳付き模擬根管M'を用いるもので、この模擬根管Mの根管MA内に導電体でできた電極11を入れ、一方、模擬根管M'を絶縁性プラスチックで製された蓋1

2に鉤部分で係止されるように嵌め込み、模擬根管M'の蓋12の反対側に出ている部分を導電性、不透水性のシール13で覆い、この部分が導電性容器14に貯留された水に浸されるように、容器14を蓋12で覆っている。

【0077】容器14には、貯留された水に達するように電極15が設けられ、この電極15と上記電極11とを導線16で結び、この導線16に抵抗計17を設けて、この抵抗器17で根管MA内の水分による抵抗値の変化を計測することによって、種々の乾燥方法による乾燥度を比較する。

【0078】この実験装置で、5つのサンプルについて5回ずつ、A1) レーザ照射：滅菌と同じプローブで、波長2.94 $\mu$ m、被照射面1平方mm当たりエネルギー密度3mJ/パルス、パルス1pps、照射時間10秒、A2) レーザ照射：A1とパルスのみ5ppsで相違、A3) レーザ照射：A1とパルスのみ10ppsで相違、B) ペーパーポイント、C) ブローチ綿花、D) エンドバキュームの乾燥方法を比較した。

【0079】その結果、C) ブローチ綿花の成績が悪く、B) ペーパーポイントとD) エンドバキュームの成績はC) ブローチ綿花に比べてよく、A3) レーザ照射を2回繰り返した場合の成績について、B) ペーパーポイントとD) エンドバキュームの成績に比べて、有為の差を見出すことができた。

【0080】以上、本発明で用いるレーザとして、Er:YAG(エルビウム-イットリウム-アルミニウム-ガーネット)レーザの例を示したが、これのみに限るものではなく、例えば、Er:YSGG(エルビウム-イットリウム-スカンジウム-ガリウム-ガーネット)、Ho:YAG(ホロミウム-イットリウム-アルミニウム-ガーネット)、Er:GLASS(エルビウム-ガラス)等の、水あるいは水酸基への吸収率の高いレーザを用いてもよい。

【0081】

【発明の効果】請求項1に記載のレーザを用いた根管の滅菌装置によれば、根管の滅菌に必要なプローブの形状、レーザ光の波長、エネルギー密度を、実験結果などにより、具体的に規定したので、根管を損傷することなく、安全かつ確実に根管の滅菌をすることができる。また、薬剤の残留の問題もない。特に、プローブのコア径を通常の根管の先端部分にまで入り込むことができる径としているので、根管先端までの滅菌が可能である。

【0082】また、プローブ先端を頂角70度~90度の円錐形状としているので、レーザ光がプローブ軸方向

に直角な方向から更に後方にまでも照射され、根管壁面に通常直角方向に形成されている象牙細管や側枝の一定深度の内部にまでレーザ光が及び、この部分までの滅菌も可能で、更に、象牙細管などが根管壁面に対してプローブの挿入方向に逆向きに斜めに形成されている場合でも、その一定深度の内部までの滅菌が可能である。また、この円錐形状の頂角を95度~110度とすると、頂角70度~90度ではカバーできなかった方向にも照射可能である。

【0083】請求項2に記載のレーザを用いた根管の滅菌装置によれば、請求項1と同じ構成のものを、滅菌用ではなく、根管の乾燥用として規定したので、請求項1と同様の効果を根管の殺菌にも発揮し、加えて、レーザ光は、根管内の全ての部分に隈なく行き渡るため、ペーパーポイントなどによる吸水に比べて、取り残しということがすくない。また、エンドバキュームのように、根尖孔からの出血を招くようなこともない。

【0084】請求項3に記載のレーザを用いた根管の滅菌乾燥装置によれば、本発明の装置が、同じ構成で有りながら、根管の滅菌、乾燥の双方が可能であることを明確にしたので、滅菌、乾燥と別個の装置を用意する必要が無く、コストダウンを図ることができる。また、用いるレーザ光の機能から、根管の滅菌と乾燥とを同時に行うことも可能で、その場合には、滅菌と乾燥を別個に行う二度手間を省くことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザを用いた根管の滅菌装置の一例を示す外観図

【図2】図1の滅菌装置の要部拡大縦断面図

【図3】(a)は図1の滅菌装置のプローブの一例の先端拡大図、(b)は図1の滅菌装置のプローブの他例の先端拡大図

【図4】(a)は根管を示す模式図、(a1)~(a3)は根管の断面の例示模式図、(b)は図4(a)の部分拡大図

【図5】試験用の根管模型の縦断面図

【図6】本発明のために用いた根管乾燥試験装置の構成概念図

【符号の説明】

1	プローブ
1a	導光路(コア)
10	根管の滅菌装置
10A	根管の乾燥装置
10B	根管の滅菌乾燥装置

